

Ville Hallamaa

Sähkö- ja työsuunnittelun eriyttäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

9.3.2014

Alkulause

Tämä insinöörityö tehtiin Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnan toimeksiantona Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle. Kiitän sähkötehtaanjohtaja, diplomi-insinööri Hanna-Leena Islanderia saamastani ohjauksesta ja Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnan sähkötiiminvetäjä, diplomi-insinööri Elina Outista avustuksesta. Lisäksi kiitän työni valvojaa, lehtori Jarno Vartevaa Metropolia Ammattikorkeakoulusta.

Riihimäellä 9.3.2014

Ville Hallamaa

Tekijä Otsikko	Ville Hallamaa Sähkö- ja työsuunnittelun eriyttäminen
Sivumäärä Aika	27 sivua + liite 9.3.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	sähkötehtaanjohtaja Konecranes Hanna-Leena Islander lehtori Jarno Varteva
<p>Insinööri työ on tehty Etteplan Design Center Oy:n toimeksiantona Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle. Sen tavoitteena on selvittää erilaisten nosturitilauksen avulla mahdolliset ongelmat, jotka syntyvät, kun työsuunnittelu eriytetään sähkösuunnittelusta.</p> <p>Aluksi on esitelty lyhyesti sekä Etteplan Oy että Konecranes Oy. Sen jälkeen on kerrottu, mitä tuotantoteollisuuden työsuunnittelu on yleisesti ja mitä se on nostinten sähkösuunnitteluprosesseissa.</p> <p>Nosturitilauksen työsuunnittelussa komponentit käsitellään tehtaan toiminnanohjausjärjestelmään sähkösuunnitelman pohjalta. Siinä tehdään myös mahdolliset hankintaehdotukset. Lisäksi mitoitetaan virransyötönkaapelit.</p> <p>Työssä on esitetty, millainen prosessikaavio on nykyään ja millaiseksi se muuttuu tulevaisuudessa nostureiden sähkösuunnittelussa. Prosessikaavioiden jokaisesta vaiheesta on kerrottu, mitä se pitää sisällään. Lisäksi on pohdittu, miten tuotannonohjausjärjestelmän muuttuminen vaikuttaa prosessien vaiheisiin keskittyen työn kannalta oleellisimpaan eli sähkö- ja työsuunnitteluun.</p> <p>Tämän jälkeen on esitetty ongelmat, jotka löydettiin erilaisten nosturitilauksen avulla, ja niihin ratkaisumallit. Näiden ratkaisumallien avulla suunniteltiin lisätietolehti nostureiden sähkösuunnitteluprosessiin. Lisätietolehtiä siirretään suunnittelun ohjeistus tuotantoon.</p> <p>Lopuksi on pohdittu, mitä työssä jäi mahdollisesti selvittämättä, ja miten sitä voisi tulevaisuudessa jatkaa. Lisäksi on käsitelty sitä, miten työtä voisi tulevaisuudessa hyödyntää varsinaisessa sähkösuunnitteluprosessissa.</p>	
Avainsanat	työsuunnittelu, ongelma, lisätietolehti

Author Title	Ville Hallamaa Differentiating Work Planning from Electrical Designing
Number of Pages Date	27 pages + 1 appendix 9 March 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Hanna-Leena Islander, Factory Manager Konecranes Jarno Varteva, Principal Lecturer
<p>This bachelor's thesis was carried out for Konecranes Finland Oy Hämeenlinna and it was assigned by Etteplan Design Center Oy Hämeenlinna. The aim of this thesis was to find out plausible problems in different crane orders, arising when work planning is being differentiated from electrical designing.</p> <p>First the thesis introduces Etteplan Design Center Oy and Konecranes Oy. Then it clarifies what work planning is in manufacturing industry. After that work planning in crane electric designing is introduced.</p> <p>In the work planning stage electrical and mechanical components are handled into the factory's enterprise resource planning software on the basis of electrical designing. The purchase requisitions of components are made in the work planning stage. Also crane power supply cables are dimensioned in it.</p> <p>Process charts of crane electrical designing are also introduced in this study. First, the current form is presented and then it is explained what these will be like in the future. The content of every phase concerning the process charts of crane electrical designing are described.</p> <p>Crane orders and the process of this are described and solutions for problems concerning this are presented. As a result of this thesis, an additional information sheet was designed for the crane electric designing.</p> <p>At the end of this thesis, it is explained how the results can be used in the future. It is discussed, if some points need further studying and how this can be exploited in crane electric designing process.</p>	
Keywords	work planning, problem, an additional information sheet

Sisällys

Alkulause

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työsuunnittelu tuotantoteollisuudessa	2
3	Etteplan Oyj -yritys	5
4	Konecranes Oyj -yritys	7
5	Prosessikaaviot nostimien sähkösuunnitteluprosessissa	10
5.1	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavion nykytilanne	10
5.2	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavio tulevaisuudessa	12
6	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmakohtien selvittäminen	13
6.1	Insinööriyön lähtökohdat	13
6.2	Insinööriyön eteneminen	13
6.3	Nostintilaukset insinööriyössä	14
6.3.1	HM041128 -nostintilaus	15
6.3.2	HM028541 & HM028542 -nostintilaukset	15
6.3.3	HM042115 -nostintilaus	16
6.3.4	HM042299 & HM042300 -nostintilaukset	16
6.3.5	HM042004 -nostintilaus	16
6.3.6	HM041736 -nostintilaus	16
6.3.7	HM041786 -nostintilaus	17
7	Ongelmakohtat nostimien sähkösuunnitteluprosessissa	18
7.1	Nostintilauksien ongelmakohtat	18
7.1.1	HM041128 -nostintilaus	18
7.1.2	HM028541 & HM028542 -nostintilaukset	18
7.1.3	HM042115 -nostintilaus	19

7.1.4	HM042299 & HM042300 -nostintilaukset	19
7.1.5	HM042004 -nostintilaus	20
7.1.6	HM041736 -nostintilaus	20
7.1.7	HM041786 -nostintilaus	20
8	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmien ratkaisumallit ja lisätietolehtiö	22
8.1	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmien ratkaisumallit	22
8.2	Nostimien sähkösuunnitteluprosessin lisätietolehtiö	24
9	Yhteenveto	25
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. Lisätietolehtiö	

1 Johdanto

Insinöörityö on tehty Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnan toimeksiantona Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle. Konecranes Oy on johtava nostolaitteiden valmistaja. Sen asiakkaana on erilaisia yrityksiä prosessi- ja konepajateollisuudesta. Nostolaitteiden tavoitteena on lisätä tuottavuutta erilaisissa teollisuuden prosesseissa. Lisäksi Konecranes tarjoaa huoltopalveluita, modernisaatio- ja kunnossapitoratkaisuja erilaisille teollisuusnostureille.

Tässä työssä selvitetään erilaisten nostintilausten avulla ongelmakohdat, jotka syntyvät, kun työsuunnittelu eriytetään sähkösuunnittelusta. Tulevaisuudessa sähkö- ja työsuunnittelun tekee eri henkilö. Lisäksi tuotannonohjausjärjestelmän vaihtuminen aiheuttaa ongelmia nostinten sähkösuunnitteluprosessiin.

Mahdollisten ongelmakohtien avulla pyritään ratkaisemaan, miten tarvittava tieto esitetään sähkökuviissa tai miten se tuodaan työsuunnittelijalle. Tavoite on saada suunnitteluprosessi mahdollisimman mutkattomaksi.

Tavoitteena on antaa Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle ratkaisumalli, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa suunnitteluprosessin muuttuessa. Työssä pyritään selkeästi kuvaamaan tilauksissa ilmenneet ongelmakohdat, jotta ne tulisivat selville ja niitä voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää muissa tutkimuksissa.

Sähkösuunnittelussa suunnitellaan nostimen sähkökuvat tilausvahvistuksen perusteella. Tämän jälkeen tehdään työsuunnittelu sähkökuvien ja tilausvahvistuksen pohjalta. Työsuunnittelun tarkoituksena on käsitellä tuotteet tuotannon toiminnanohjausjärjestelmään. Lisäksi siinä mitoitetaan nosturin ja nostimen virransyöttökaapelit. Komponenttien hankintaehdotukset kuuluvat myös työsuunnittelijan toimenkuvaan. Tuotanto käyttää työmääräintä ja sähkökuvia valmistusdokumenteina.

Insinöörityössä hyödynnetään työkokemusta nostimien sähkö- ja työsuunnittelusta. Työssä esitetään ongelmakohtia, joita kartoitettiin sähkösuunnittelijoiden kanssa. Myös erilaisissa palavereissa pohdittiin vastauksia ongelmien ratkaisuun, jotta ne voidaan jatkossa välttää.

2 Työsuunnittelu tuotantoteollisuudessa

Työsuunnittelun tarkoituksena on parantaa työn tuottavuutta lyhentämällä tuotannon läpäisyajoja ja parantamalla toimitusvarmuutta. Niitä heikentävät komponenttien puutteet, suunnitteluvirheet, työskentelyn tehottomuus sekä virheelliset tai myöhästyneet komponentit. Myös huonot työolosuhteet ja riittämättömät henkilöresurssit vaikuttavat heikentävästi toimitusvarmuuteen ja tuotannon läpäisyajoihin.

Työsuunnittelulla pyritään ennaltaehkäisemään prosessin mahdolliset ongelmakohdat ja optimoimaan prosessi vallitsevaan tilanteeseen sopivaksi. Henkilöstöresurssit määritetään kulloisenkin tuotantoprosessin tarpeen mukaan. Tarkoituksena on välttää ali- tai ylikuormitus, jotta tuottavuus säilyisi mahdollisimman hyvänä. Lisäksi hyvällä työsuunnittelulla yhdistetään erilaiset tuotantoprosessin osa-alueet toimivaksi kokonaisuudeksi. Tarkoituksena on selvittää työtehtävien riippuvuudet toisistaan. Tällöin työjärjestyksestä saadaan toimiva.

Hyvällä työsuunnittelulla vaikutetaan tuotantoprosessin tavoitteen toteutumiseen. Jokainen prosessi tarvitsee toimintasuunnitelman, jossa otetaan huomioon mahdolliset muuttujat.

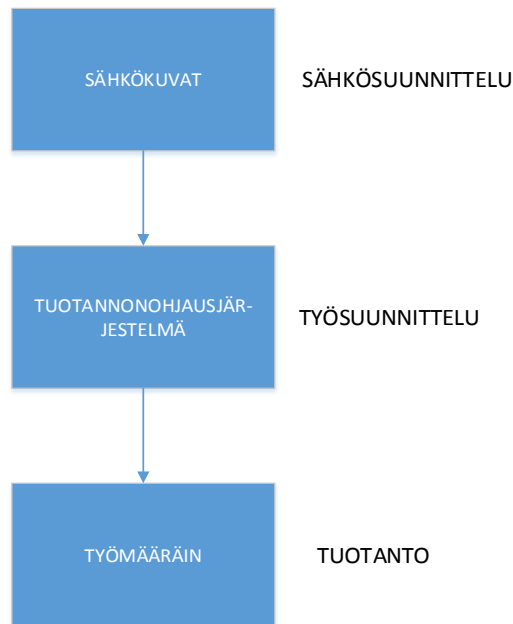
Riskien ja epävarmuuksien hallinnassa pyritään selvittämään, miten toimitaan tilanteissa, jotka eivät menekään halutulla tavalla. Lisäksi pyritään määrittämään vaihtoehtoiset ratkaisut mahdollisiin ongelmatilanteisiin. Jos riskejä ei ole mahdollista poistaa, ne on pyrittävä minimoimaan tai saamaan hallintaan.

Työsuunnittelussa tärkeintä on mahdollistaa tuotantoprosessin tavoitteiden toteutuminen. Kun tavoitteet määritetään, niitä on helpompi seurata, ja saadaan päämäärä johon pyritään [1.]

Työsuunnittelu Konecranes Finland Oy Hämeenlinnassa

Työsuunnittelussa käsitellään tuotteet tuotannonohjausjärjestelmään sähkösuunnitelman pohjalta. Lisäksi tehdään mahdolliset komponenttien hankintaehdotukset sekä mitoitetaan virransyöttökaapelit.

Kuvassa 1 esitetään prosessikaavio työsuunnitelman etenemisestä tuotantoon:



Kuva 1. Prosessikaavio työsuunnitelman etenemisestä tuotantoon

Kuvassa 2 esitetään kuvankaappaus tuotannonohjausjärjestelmästä, jossa työsuunnittelussa nostintilaus HM041786.

Tilausno

Rivi

Ari

Tilimää

Yks

Ver

Ver2

Ei

K1

Var

Myyty tuote

ValmPvm

Status

Hours

Hyväksytty

ABC

Handled by

Käsitteijä

Koodi

Lisätietoja

P-rivi

P-ari

Hylly

C

EDI

Kuvaus

Nimike

Vaihtoehtoinen nimike

Optiot

Piirustusnumero

HM041786

5

0

1.00

A

HH2

HH2

M1

CXT70620600S74FLMAS

02.01.2014

IB0

CB

Konecranes Talhas, Ponte:

ELECTRIC HOIST

SKE26A4LFS731BT1

CXT7

QE+QC,PUR

ELECTRIC HOIST

SKE26M4LFS731BT1

HM041786

5

1

1.00

A

MIL

E2

M7

HOIST PANEL

18.12.2013

IB0

Konecranes Talhas, Ponte:

HOIST ELECTRICS

EHEK1-S71111-100-74J-C6-0

HOIPA

HOIST ELECTRICS

HM041786

5

11

1.00

A

HH6

M2

D2H037FT5BAQN1L

16.12.2013

IB0

Konecranes Talhas, Ponte:

D2H

D2H037FT5BAQN1L

DYNAF

D2H

HM041786

5

12

1.00

A

HH2

M2

52320070

18.12.2013

IB0

Konecranes Talhas, Ponte:

KÖYSITELA

52320070

SUBL

ROPE DRUM

HM041786

5

13

1.00

A

HH2

M2

S53010730

18.12.2013

IB0

Konecranes Talhas, Ponte:

KOUKKU QE/R26/1021

S53010730

SUBL

2-PUOL.TAE

KOUKKU QE/R26/1021

53010730

HM041786

5

14

1.00

A

HH2

HH2

M1

VAUNU

20.12.2013

IB0

Konecranes Talhas, Ponte:

VAUNU

VAUNU

SUBL

PURETTUNA

TROLLEY

MSKE26M4LFS731BT1

Käsittele

Lue nimike

Soluun

Solusta

Ajoita uudelleen

Lisää plaatikk.

Tulosta keruul.

Texts

Käsittele T55

Lisää alirivi

Tekniset

Suunnittelu

Tulosta määrän

Peruuta

Text exists

Sub line no2

Seq no2

LM

web

Kuva 2. Kuvankaappaus tuotannonohjausjärjestelmästä nostintilauksesta HM041786 [2.]

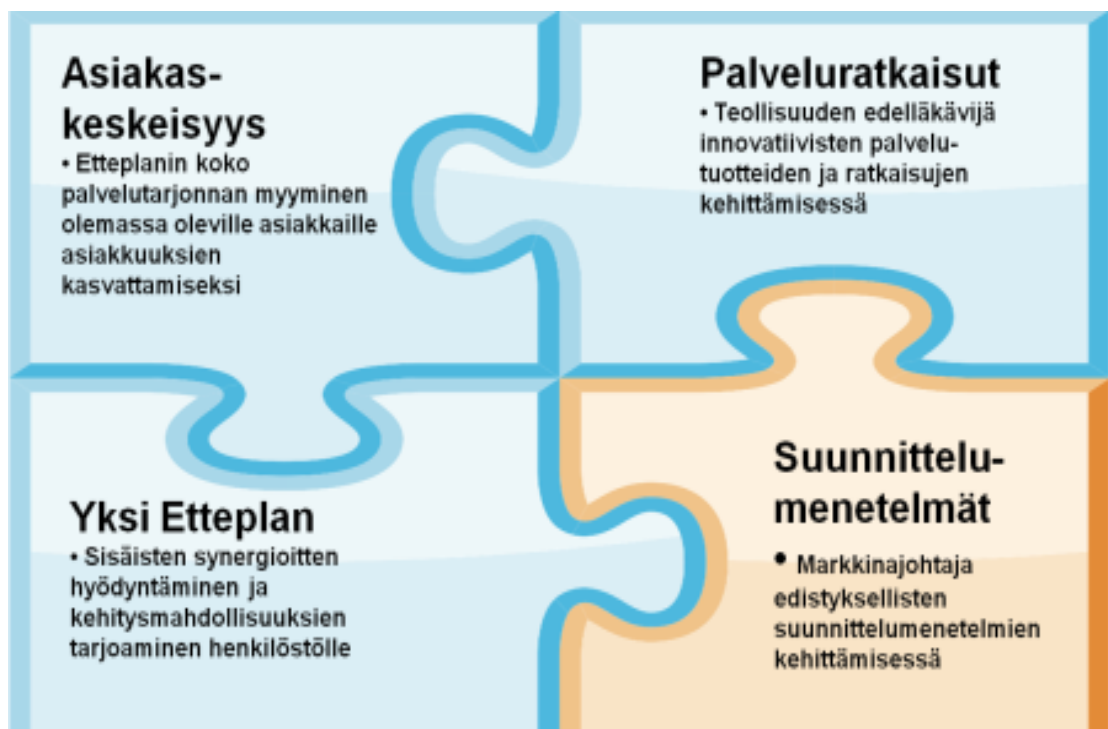
Tilauksella käytetyt komponentit tallennetaan tuotannonohjausjärjestelmään, josta tuotanto saa tulostettua työmääräimen eli nostintilauksen materiaalilistan. Tuotanto käyttää työmääräintä ja sähkökuvia valmistusdokumentteina. Tulevaisuudessa työsuunnitteluun kuuluu myös sähkösuunnitelmien oikeellisuuden tarkistaminen.

Työsuunnittelun osa-alueisiin kuuluvat mm. nostimen kojeiston eli taulun, nosturin sillan sähkökaapin, nosturin ja nostimen virransyöttöjen sekä painike- ja radio-ohjaimien osien käsittelyt tuotannonohjausjärjestelmään. Sähkökuvien avulla saadaan osa tarvittavista komponenteista siirtymään automaattisesti tehtaan tuotannonohjausjärjestelmään, mutta osa komponenteista joudutaan lisäämään sinne manuaalisesti.

3 Etteplan Oyj -yritys

Etteplan Oyj on perustettu vuonna 1983 ja sen palveluksessa on noin 1 800 työntekijää neljässä eri maassa (Suomi, Ruotsi, Alankomaat ja Kiina). Se on erikoistunut teollisten laitteiden ja koneiden suunnitteluun sekä tarjoaa teknisen tuoteinformaation ratkaisuja. Toimialallaan se on ainoa yritys, joka on tuotteistanut palveluita suunnittelutyön eri vaiheisiin. Vuonna 2013 sen liikevaihto oli 128,6 miljoonaa euroa.

Etteplan Oyj:n tavoitteena on hyödyntää liiketoimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia kasvattaakseen yhtiön arvoa. Kuvassa 3 esittää strategian kulmakivet:



Kuva 3. Strategian kulmakivet [3.]

Etteplan Oyj:n tavoitteena on kasvaa yrityksenä vahvojen asiakkuuksien ja innovatiivisten palveluratkaisujen avulla. Lisäksi se pyrkii parantamaan markkina-asemaansa ja vähintään 10 % keskimääräiseen vuosittaiseen kasvuun.

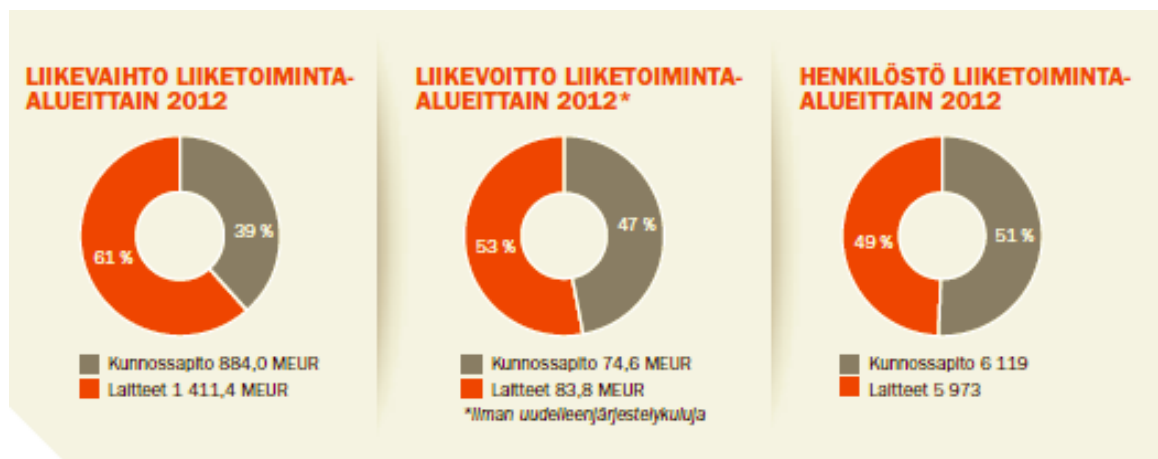
Yritysoistoilla pyritään kasvattamaan asiakkuuksia ja osaamispääomaa. Etteplan Oyj kehittää liiketoimintaansa kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Lisäksi sen arvomaailmaan kuuluvat asiakastyytyväisyys, henkilöstön hyvinvointi ja ammattitaitoinen toimintatapa. [4, s. 3 - 11.]

4 Konecranes Oyj -yritys

Konecranes Oyj:n liikevaihto vuonna 2012 oli 2 170 miljoonaa euroa, ja se työllisti 12 100 työntekijää. Sen pääkonttori sijaitsee Hyvinkäällä, ja sillä on tuotantolaitoksia 17 maassa sekä huolto- ja myyntipisteitä 48 maassa. Konecranes Oyj kuvailee toimintaansa näin:

Konecranes on yksi maailman johtavista nostolaittevalmistajista, joka toimittaa tuottavuutta lisääviä nostoratkaisuja ja reaaliaikaisia palveluita valmistus- ja prosessiteollisuudelle, laivanrakennusteollisuudelle, satamille ja voimalaitoksille. [4, s. 2]

Sen liiketoiminta koostuu kunnossapidosta ja laitteista. Kuvassa 4 esitetään liikevaihto, -voitto ja henkilöstö liiketoiminta-alueittain vuonna 2012:



Kuva 4. Liikevaihdon, -voiton ja henkilöstön jakautuminen [5, s. 3]

Laitteet-liiketoiminta-alue sisältää komponentit, nosturit ja materiaalinkäsittelyratkaisut erilaisille teollisuudenaloille. Konecranes valmistaa myös oman brändinsä lisäksi nostureita muilla tuotemerkeillä. Tuotemerkit ovat SWF, Verlinde, R&M, STAHL CraneSystems ja Sanma Hoists & Cranes.

Konecranes valmistaa vuosittain kymmeniä tuhansia nostureita erilaisille teollisuuden aloille. Valmistettaviin nostureihin kuuluvat, esimerkiksi

- teollisuusnosturit
- työpistenostolaitteet
- köysinostimet
- ydinvoimalanosturit
- satamanosturit.

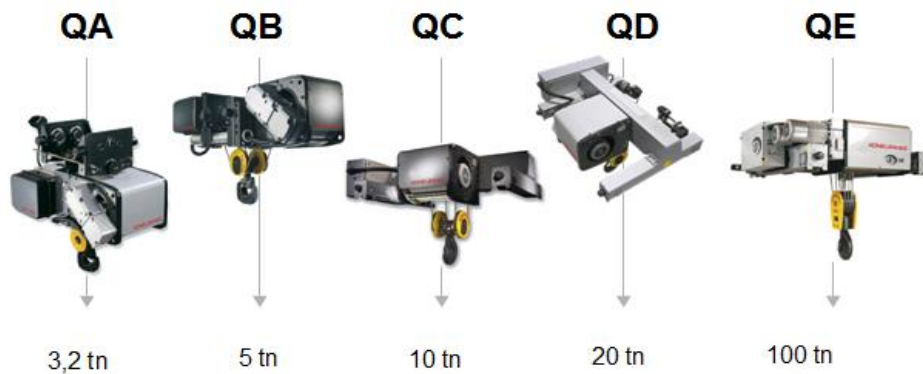
Kunnossapito-liiketoiminta-alue sisältää maailmanlaajuisen huoltoverkon kautta tarjottavia kunnossapito- ja modernisaatiopalveluita, joihin kuuluvat, esimerkiksi

- tarkastukset
- korjaukset
- parannukset
- kunnossapidon ohjelmat
- varaosat.

Konecranesin tavoitteena on seurata miljoonien nostolaitteiden ja työstökoneiden toimintaa reaaliajassa. Näiden tietojen avulla parannetaan asiakkaiden toimintojen tuottavuutta ja turvallisuutta. Strategiana on erottua teknologia- ja palveluinnovaatioiden kautta sekä toimia maailmanlaajuisesti ja luoda sitä edistävä kysyntäohjautuva toimitusketju. Lisäksi tavoitteena on kehittää suoria ja epäsuoria jakelukanavia markkinoiden pirstaloitumisen takia. [5, s. 2 - 5]

Konecranes Finland Oy Hämeenlinna

Hämeenlinnan tehtaassa valmistetaan standardinostolaitteita. Niiden nostokapasiteetit vaihtelevat 100kg - 100 tn riippuen nostimen runkokoosta. Kuvassa 5 esitetään nostimien runkokoot ja niiden kapasiteetit:



Kuva 5. Nostimien runkokoot ja nostokapasiteetit [6.]

Hämeenlinnan tehdasalueeseen kuuluu kaksi nostintehdasta, sähkölaite- ja vaihdetehdas. Nostintehdaassa 1 valmistetaan QA-QC nostimet (kuva 4), kun taas nostintehdaassa 2 valmistetaan QD-QE nostimia (kuva 4). Nostimien vaihteet valmistetaan vaihdetehdaassa. Sähkölaitetehdaassa taas valmistetaan nostimien erilaiset sähköistysratkaisut. Kuvassa 6 esitetään yksipalkkisen siltanosturin osat:

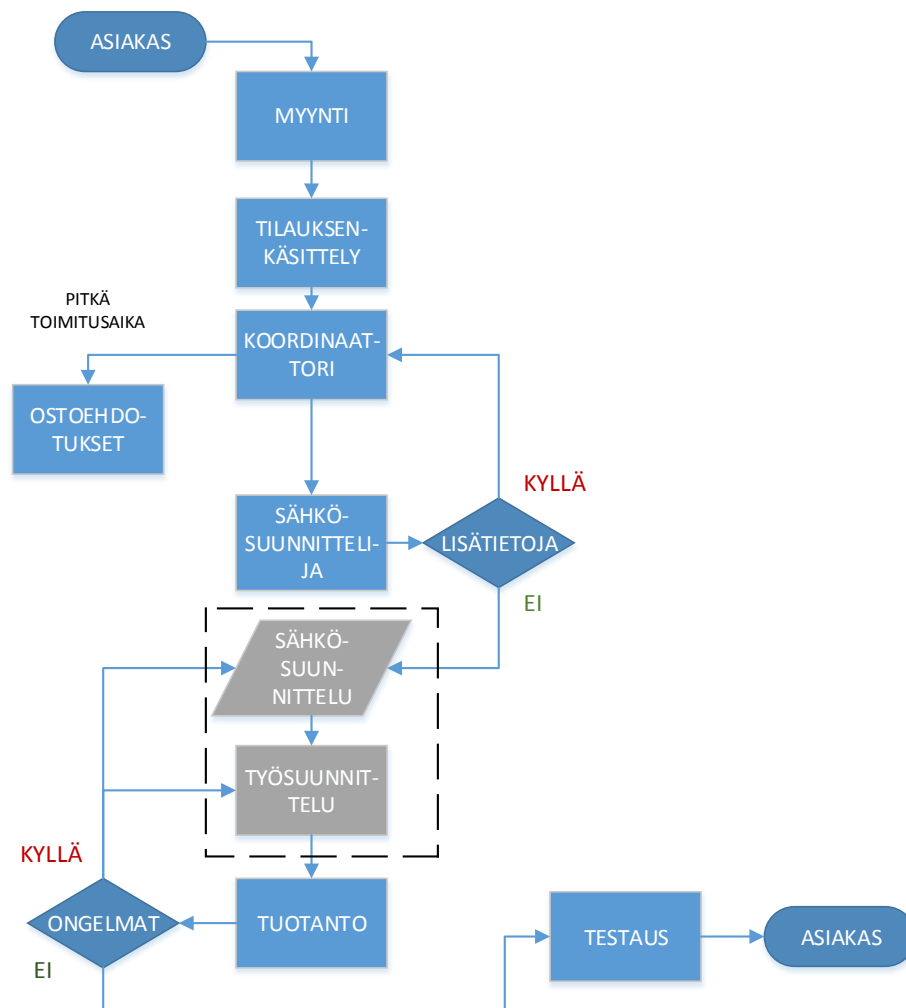


Kuva 6. Yksipalkkinen siltanosturi [7.]

5 Prosessikaaviot nostimien sähkösuunnitteluprosessissa

5.1 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavion nykytilanne

Nostimien sähkösuunnitteluprosessi koostuu useasta erilaisesta vaiheesta. Prosessi alkaa siitä, kun asiakkaalle syntyy tarve nostimelle tiettyä tuotantoprosessia varten. Asiakas tekee tilauksen, ja nostin toimitetaan heille. Tämän jälkeen tilaus kulkee tilauksen käsittelyn kautta sähkösuunnitteluun. Nostimelle tehdään sähkösuunnittelu asiakkaan tarpeiden mukaan. Tämän jälkeen tehdään työsuunnittelu ja mahdolliset komponenttien hankintaehdotukset. Tuotannossa nostin kasataan valmiiksi, ja se testataan lopuksi. Tämän jälkeen nostin toimitetaan asiakkaalle. Kuvassa 7 esitetään nostimien sähkösuunnittelun prosessikaavion nykytilanne:



Kuva 7. Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavion nykytilanne

Tilauksen tiedot tulevat myynnistä tilauksenkäsittelyyn. Käsittelijän tehtävänä on luoda tilaus tehtaan tuotannonohjausjärjestelmään. Tämän jälkeen käydään komponentit läpi, ja tehdään tarvittavat muutokset teknisiin arvoihin ja mahdollisiin lisäteksteihin. Niiden tehtävä on antaa lisätietoa nostimen sähköisistä ja mekaanisista toiminnoista. Lisäksi tuotekoodit käydään läpi koodiavaimen kanssa, jotta varmistutaan, että tekniset arvot pitävät paikkansa. Jokainen tilausrivi määrittää sen sähköistyksen erikoisuuden mukaan. Tämän jälkeen tarkistetaan toimitustapa, toimitusosoite ja hintalistojen avulla hinnat. Lopuksi tilaus hyväksytään tuotantoon. Lisäksi tilauksen käsittelyssä seurataan tilauksia hyväksynnän jälkeen mahdollisten tilausmuutosten takia. [8.]

Jokaisella tilauksella on lisäksi koordinaattori, jonka tehtävänä on hyväksyä tilaus ja luoda sähkösuunnitelman valmistumisen aikataulutus toiminnanohjausjärjestelmään nostimen valmistumispäivän mukaan. Sähköisesti erikoisissa töissä koordinaattori antaa ostoehdotuksia komponenteille, joissa on pitkä toimitusaika. Ostoehdotukset käsitellään sähkösuunnittelussa tuotannonohjausjärjestelmään. Koordinaattori antaa tarvittaessa tilausvahvistuksen epäselvistä kohdista lisätietoja tilauksenkäsittelijälle ja sähkösuunnittelijalle.

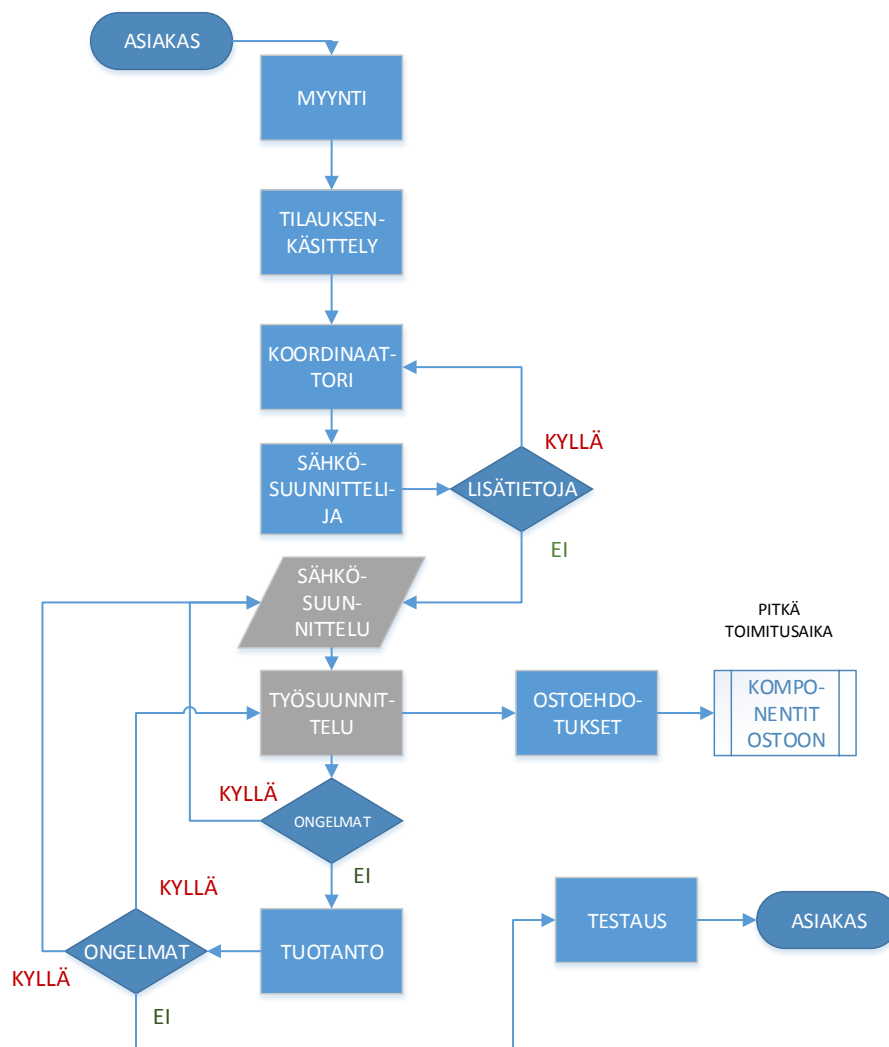
Sähkösuunnittelussa nostimen sähkökuvat suunnitellaan pyydetyn mukaisiksi tilausvahvistuksen ja erillisten ohjeistuksien perusteella. Sähkökuvien valmistuttua sähkösuunnittelija tekee työsuunnittelun työlle niiden perusteella. Siinä käsitellään työssä tarvittavat komponentit toiminnanohjausjärjestelmään. Lisäksi mitoitetaan nosturin ja nostimen virransyötön kaapelit sekä määritetään mm. virransyötön komponenttien kiinnitysosat, joilla ne saadaan nosturin siltaan kiinni.

Tämän jälkeen tuotannossa valmistetaan sähkökuvien ja työmääräimen avulla nostimien sähköiset komponentit ja kokonaisuudet. Näitä ovat esimerkiksi nosturin sillan sähkökaappi, nostimen sähkötaulu, painike- ja radio-ohjaimet sekä erilaiset taajuusmuuttajien kokoonpanot. Tuotannossa suoritetaan myös sähköisten komponenttien ja kokonaisuuksien testaus.

5.2 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavio tulevaisuudessa

Toiminnanohjausjärjestelmän muutoksen takia prosessikaavio muuttuu tulevaisuudessa. Prosessissa insinööriyön aiheen kannalta oleellisin muutos tapahtuu siinä, että sähkö- ja työsuunnittelun tekee tulevaisuudessa eri henkilö.

Tällöin tarvittavat tiedot pitää pystyä tuomaan työsuunnittelijalle sähkösuunnittelijalta, jotta työsuunnittelu on mahdollista tehdä. Lisäksi työsuunnittelija tarkastaa sähkökuvat ennen työsuunnittelun tekemistä. Tuotantoprosessiin tulee mahdollisten epäselvyyksien takia yhteydenpito sähkö- ja työsuunnittelijan välillä. Kuvassa 8 esitetään nostimien sähkösuunnittelun prosessikaavio tulevaisuudessa:



Kuva 8. Nostimien sähkösuunnitteluprosessin prosessikaavio tulevaisuudessa

6 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmakohtien selvittäminen

6.1 Insinööriyön lähtökohdat

Konecranes -konsernin Hämeenlinnan tehdas on vaihtamassa tuotannonohjausjärjestelmää, ja tämän takia eriyttämässä työsuunnittelua sähkösuunnittelusta. Tarkoitus on siirtää työsuunnittelu tehtaan tiloihin Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnasta.

Insinööriyöksi valikoitui sähkö- ja työsuunnittelussa syntyvien ongelmakohtien tutkiminen. Tarkoituksena oli tutkia erilaisten nostintilausten avulla mahdollisia tilanteita, jotka aiheuttavat ongelmia sähkö- ja työsuunnitteluprosesseissa. Lisäksi tutkittiin, miten mahdollinen lisäinformaatio saadaan välitettyä sähkösuunnittelijalta työsuunnittelijalle ja tämän kautta tuotantoon. Työn tarkoituksena ei ollut keskittyä itse tuotannonohjausjärjestelmään vaan etsiä ongelmia yleisesti.

Työssä hyödynnettiin aikaisempaa työkokemusta Konecranesin nostimien sähkö- ja työsuunnittelusta. Lisäksi ennen insinööriyön aloittamista keskusteltiin diplomi-insinööri Elina Outisen kanssa töiden mahdollisista ongelmakohdista. Nostintilauksien työsuunnitteluja tehtäessä keskusteltiin myös sähkösuunnittelijoiden kanssa töissä mahdollisesti esiintyvistä ongelmakohdista. Joissakin töissä sähkösuunnittelijat kävivät työsuunnitelman läpi.

6.2 Insinööriyön eteneminen

Ohjaajan kanssa päätettiin ennen työn aloittamista, että aluksi tehdään tuotantoprosessin prosessikaaviot, eli minkälainen se on nykyään ja millaiseksi se muuttuu tulevaisuudessa prosessimuutosten ja toiminnanohjausjärjestelmän vaihtumisen vuoksi. Samanaikaisesti Konecranes Finland Oy Hämeenlinna etsi työhön mahdollisimman erilaisia nostintilauksia Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnalle suunniteltavaksi. Tällöin työ- ja sähkösuunnittelun eriyttämisessä mahdollisesti syntyvistä ongelmakohdista saataisiin mahdollisimman laaja-alainen otanta.

Prosessikaavioita selvitetessä päätettiin keskittyä insinööri työn aiheen kannalta oleellimpaan osuuteen eli työ- ja sähkösuunnitteluprosessiin. Aluksi selvitettiin prosessikaavion nykytila. Tämän jälkeen pohdittiin, miten prosessi muuttuu sähkö- ja työsuunnittelun osalta. Työssä oli tarkoitus keskittyä prosessissa syntyviin ongelmiin, eikä tarkoitus ollut ottaa kantaa itse järjestelmissä syntyviin ongelmakohtiin.

Sähkösuunnitelmien valmistuttua tehtiin työhön valittujen nostintilauksien työsuunniteluja. Tilauksien työsuunnittelut tehtiin normaalisti vaihe vaiheelta. Tilauksista pyrittiin löytämään sellaiset kohdat, jotka mahdollisesti aiheuttavat ongelmia toiminnanohjausjärjestelmän muuttuessa. Tilauksia lähestyttiin ns. ”puhtaalta pöydältä” eli pyrittiin osittain unohtamaan aikaisempi työkokemus työ- ja sähkösuunnittelusta. Tavoite oli, etteivät mahdolliset rutiinit työskentelymenetelmissä peittäisi ongelmakohtia. Tällöin ne mahdollisesti jäisivät huomaamatta. Kun nostintilauksien työsuunniteluja tehtiin, oltiin yhteydessä niiden sähkösuunnittelijoihin, jotta pystyttäisiin hyödyntämään myös suunnittelijoiden ammattitaito. Suunnittelijoiden kanssa keskusteltiin töiden aiheuttamista ongelmista työsuunnitteluun ja tuotantoon. Lisäksi työn ohjaaja diplomi-insinööri Elina Outinen antoi ennen työn aloittamista oman näkemyksensä työ- ja sähkösuunnittelun eriyttämisen aiheuttamista ongelmakohdista. Työn aikana keskusteltiin myös tuotannon kanssa.

Lopuksi töistä löytyneet ongelmakohdat koottiin tilauskohtaisesti yhteen. Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalla pidettiin palaveri löydettyistä ongelmakohdista, ja pohdittiin mahdollisia ratkaisuja ongelmiin. Tämän jälkeen työssä suunniteltiin lisätietolehtiö löydettyjen ongelmakohtien perusteella. Lisätietolehtiöllä on tarkoitus siirtää tarvittava tieto läpi tuotantoprosessin, sähkösuunnittelusta työsuunnittelun kautta tuotantoon asti.

6.3 Nostintilaukset insinööri työssä

Työhön valittiin yhdeksän nostintilausta, joiden pohjalta lähdettiin etsimään ongelmakohtia. Nostintilaukset sisälsivät mm. erilaisia nosturistandardeja, nostimia ja nostimien sähkösuunnitteluratkaisuja. Tilausvahvistuksissa olevat tekniset lausekkeet (kuva 9) tuotetaan myyntityökalu-Markmanissa asiakkaan valintojen mukaan.

Kuvassa 9 esitetään tilausvahvistuksen teknisiä lausekkeitä nostintilauksesta HM041786:

BT01	Sillan siirron ohjaustyyppi	D2C
ELE85	Sillan siirron taajuusmuuttajan teholuokka	005F
BT05	Sillan siirron ohjaustapa	EP
BT06	Sillan kiihdytysaika	4.7 S
BT34	Bridge deceleration time	4.7 S
ELE94	Sillan siirron taajuusmuuttajan taajuus (high)	120 HZ
ELE93	Sillan siirron taajuusmuuttajan taajuus (low)	15 HZ
BM01	Sillan siirtomootorin tyyppi	T
BM02	Sillan siirtomootorin koko	MF07XB200
BM10	Bridge inverter motor nominal voltage	460 V
BM04	Sillan siirtomootorin nimellistaajuus	120 HZ
DES26	Sillan siirtojen lukumäärä	2 PCS
PAN05	Kojekaapin koko (leveys*korkeus*syvyys cm)	500*150*35 CM
DES51	Nostimien yhteiskäyttö	I/II
ELE45	Vaunun siirron invertteri asennettu sillankaappiin	YES
ANT02	Bridge panel electrics classification	SPECIAL
FC03	Jarruvastustyyppi sillan siirron invertterille	1*L462
LIM12	2-port sillan siirron raja	YES
PAN07	Sillan kojekaapin IP-luokka	ENCLOSED
ELE05	Äänitorvi (dBA)	98
PAN08	Sillan kojekaapin seisontalämmitys	YES

Kuva 9. Nostintilauksen HM041786 tilausvahvistuksen tekniset lausekkeet [9.]

6.3.1 HM041128 -nostintilaus

Ensimmäisessä nostintilauksessa on QD-runkokoon nostin (kuva 4), ja sen jänneväli on 11,5 metriä. Siinä on P8-nostomoottori (23 kW, 50Hz), jota ohjataan 2-nopeuksisella kontaktorihjauksella. Nostimen sillansiirrossa on TDN011E-taajuusmuuttaja (10,4 A) sekä vaununsiirossa TMN006E-taajuusmuuttaja (5,6 A). Nostimessa on sekä painike-että radio-ohjain. Tilauksen erikoisuutena on tekninen lauseke ELE10 (kuva 9). Tällöin kaikki sähköiset komponentit asennetaan nosturi sillan sähkökaappiin.

6.3.2 HM028541 & HM028542 -nostintilaukset

Seuraavat nostintilaukset ovat *master-slave* -nostureita. Nostimet on sijoitettu erillisiin nostureihin. Erikoisuutena on radio-ohjaimien normaalista poikkeava sähkösuunnittelu. *Master*-nosturin nostimen radio-ohjaimella voidaan ohjata myös *slave*-nosturin nostinta. *Slave*-nosturin nostimen radio-ohjaimella taas pystytään ohjaamaan vain yhtä nostinta. Tilauksessa HM028541 on QC-runkokoon nostin (kuva 4). Sen nostomoottori on P5 (9,0kW, 50Hz) seisontalämmityksellä. Sillansiirrossa taajuusmuuttaja on D2C011F (18 A), kun taas vaununsiirossa se on D2C002F (6,5A). Nostoa ohjataan 2-nopeuksisella

kontaktorihjauksella. Tilaus HM028542 on samanlainen kuin HM028541. Ainoa ero on radioiden erilaisuus.

6.3.3 HM042115 -nostintilaus

Neljännessä nostintilauksessa on kaksi erikokoista nostinta nosturin sillassa. Ensimmäinen nostin on runkokooltaan QE ja toinen nostin QD (kuva 4). Nostimien nostomoottorit ovat P6 (15 kW, 50Hz) ja P8 (23 kW, 50Hz). Molempia nostoja ohjataan 2-nopeuksisella kontaktorihjauksella. Molemmissa nosturin vaunuissa on TDN007F-taajuusmuuttaja (6,8A). Sillansiirrossa käytetään TDN020E-taajuusmuuttajaa (19,2 A). Nosturin jänneväli on 23 metriä, ja siinä on sekä painike- että radio-ohjaimet. Nosturin erikoisuutena on moottorikoukku.

6.3.4 HM042299 & HM042300 -nostintilaukset

Nostintilaukset ovat SOLO-nostimia eli niissä ei ole liikkuvaa nosturin siltaa. Lisäksi nostimen virransyöttö liitetään suoraan rakennuksen liityntäpisteeseen. Tämän takia virransyötön kaapelointi muuttuu. Molemmissa on QA-runkokoon nostimet ja niiden nostomoottorit ovat P1 (1,8 kW, 50Hz). Molempien nostimien nostomoottoreita ohjataan 2-nopeuksisella kontaktorihjauksella. Vaununsiirroissa on TMN003E-taajuusmuuttaja (2,4 A). Nostimien virransyötöissä on kumikaapelit.

6.3.5 HM042004 -nostintilaus

Nostintilauksessa on kaksi QA-runkokoon (kuva 4.) nostinta P1 (1,8 kW, 50Hz) nostomoottorilla. Nostoja ohjataan 2-nopeuksisella kontaktorihjauksella. Nosturin sillansiirrossa on TDN007E-taajuusmuuttaja (6,8 A) ja vaununsiirroissa tajuusmuuttajina taas ovat TMN003E (2,4 A). Erikoisuutena on, että molemmilla nostimilla on 6-portainen noston raja ennalta määrätyllä toiminnolla.

6.3.6 HM041736 -nostintilaus

Kahdeksas nostintilaus sisältää kaksi nostinta yhdellä nostimen vaunulla. Nostimien runkokoot ovat QE ja QC (kuva 4.) sekä niiden nostomoottorit ovat P5 (11 kW, 60Hz) ja P6 (18 kW, 60 Hz). Nostoja ohjataan 2-nopeuksisella kontaktorihjauksella. Vaunun-

siirron taajuusmuuttajana on D2M003F (8 A), kun taas sillansiirron taajuusmuuttaja on D2M004F (10 A). Tilauksen erikoisuutena on sillansiirron alueraja. Aluerajan tehtävänä on estää nosturin sillan liikkuminen tietylle ennalta määrätyle alueelle. Lisäksi nostimen kaikki sähköiset komponentit asennetaan sillansähkökaappiin. Nostimen taulun ja nosturin sillan sähkökaapin suojausluokka on IP66 eli ne ovat pölytiivitä ja suojattu voimakkaalta vesisuihkulta.

6.3.7 HM041786 -nostintilaus

Yhdeksännessä nostintilauksessa on kaksi nostinta samalla nosturin vaunulla. Niiden runkokoot ovat QE ja QC (kuva 4.). QE -runkokoon nostimessa on S7 (21 kW, 120Hz) nostomoottori, jota ohjataan D2H037F-taajuusmuuttajalla. QC -runkokoon nostimessa taas on S5 nostomoottori. Sitä ohjataan D2H011F-taajuusmuuttajalla (24 A). Sillansiirrosta käytetään D2C005F-taajuusmuuttajalla (13 A). Nostimien ja nosturin sillan sähkökaapeissa suojausluokka on IP66. Erikoisuutena nostintilauksessa on nosturistandardi NR-10/NR-12. Kuvassa 10 esitetään nostintilauksen HM041786 tilausvahvistuksessa esiintyviä vapaalla tekstillä kirjoitettuja ohjeita:

OTH30	Nosturin arvokilpi	YES
ELE10	Kaikki sähköt sillan kaapissa	YES
	NR-10/NR-12 Electrical cubicle and relay package	
	Electrical cubicle package:	
	- Internal panel plate for electric components painted orange (spray or sticker is sufficient)	
	- The main switch of electrical cubicles: Red handle on yellow background.	
	Relay package:	
	- Sequence phase relay	
	- Minimum voltage relay	

Kuva 10. Esimerkki vapaalla tekstillä kirjoitetuista ohjeista tilausvahvistuksessa [9.]

7 Ongelmakohdat nostimien sähkösuunnitteluprosessissa

Nostintilauksien työsuunnitteluja tehtäessä huomattiin erilaisia asioita, jotka aiheuttavat ongelmia, kun työsuunnittelu eriytetään sähkösuunnittelusta. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän muutos aiheuttaa ongelmakohtia nykyiseen toimintamenetelmään. Osassa tilauksista esiintyi samankaltaisia ongelmakohtia. Tilauksien työsuunnittelut tehtiin yksi kerrallaan, ja ongelmia aiheuttavat asiat kirjattiin muistiin. Ennen työsuunnitteluiden aloittamista ongelmia aiheuttavista asioista oli tietty mielikuva. Aikaisempaa työkokemusta sekä sähkösuunnittelusta että työsuunnittelusta on käytetty hyväksi pohdittaessa ongelmakohtia.

7.1 Nostintilauksien ongelmakohdat

7.1.1 HM041128 -nostintilaus

Työ sisältää *ductor*-virransyötön, jossa johdinkiskoston avulla päävirta siirretään liittynätpisteestä liikkuvalla nosturille. Nykyään *ductor*-virransyötön osat mitoitetaan sähköisesti erikoisissa töissä työsuunnittelussa Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnassa. Kun työsuunnittelu siirtyy tuotannonohjausjärjestelmän muutoksesta johtuen Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle, on löydettävä resurssit ja osaaminen tätä varten.

Lisäksi työ sisältää nostimen radio-ohjaimen, joka ei ole varastoradio. Se joudutaan ostamaan tilaukselle. Nykyään radio-ohjaimen ostoehdotus tehdään toiminnanohjausjärjestelmässä jo ennen sähkösuunnittelun aloittamista, jotta prosessi nopeutuisi. Tulevaisuudessa on pohdittava käsitteleeekö työsuunnittelija radio-ohjaimien ostoehdotukset, vai tekeekö sen joku toinen henkilö valmiiksi tilauksiin.

7.1.2 HM028541 & HM028542 -nostintilaukset

Nostintilaukset sisältävät erikoiset radio-ohjaimet, joille joudutaan etukäteen tekemään ostoehdotukset tuotannonohjausjärjestelmään. On pohdittava, miten aikaisin radio-ohjaimien hankintaehdotukset halutaan tulevaisuudessa käsitellä tuotannonohjausjärjestelmään vai tekeekö työsuunnittelija ne työsuunnittelun lomassa.

Tilaukset sisältävät myös taajuusmuuttajia, jotka on käsiteltävä tuotantoon valmistukseen toiminnanohjausjärjestelmässä. Nykyään ne käsitellään ennen sähkösuunnittelun valmistumista, jotta niiden valmistaminen ei hidastaisi prosessia. Tulevaisuudessa on pohdittava, käsitteleekö työsuunnittelija taajuusmuuttajat tuotannonohjausjärjestelmään tilauksen työsuunnittelua tehtäessä, vai käsitelläänkö ne tilauksiin etukäteen jonkun toisen henkilön toimesta.

7.1.3 HM042115 -nostintilaus

Tämäkin nostintilaus sisälsi *ductor*-virransyötön. Tilauksesta löytyi myös nosturin- ja nostimen mekaniikkakuvat sähkösuunnittelijan avuksi. Tulevaisuudessa tuotannonohjausjärjestelmän muutoksen takia olisi hyvä saada mahdolliset kuvanumerot siirtymään jouhevasti sähkösuunnittelijalta työsuunnitteluun ja tämän jälkeen aina tuotantoon asti. Tällöin saataisiin säästettyä hieman aikaa, koska kuvanumeroita ei tarvitse etsiä aina uudestaan järjestelmistä.

Tilaus piti sisällään moottoroidun koukun nosturissa, jota varten piti tehdä ostoehdotus kaapelirummusta ja sen kaapelista. Moottoroitua koukua varten tilausvahvistuksessa oli mekaniikkakuvan numero. Lisäksi oli kuvaus koukun toimintaperiaatteesta. Tuotannonohjausjärjestelmän muutoksen takia tuotanto ei näe tulevaisuudessa tilausvahvistusta vain pelkästään työmääräimen. Tuotannon työmääräimessä näkyy vain tilauksen tekniset lausekkeet (kuva 9). Mahdolliset vapaamuotoiset tekstit eivät näy. Tällöin tieto täytyy saada siirtymään tuotantoon.

7.1.4 HM042299 & HM042300 -nostintilaukset

Tilausvahvistuksessa nosturin virransyöttöön pyydettiin kumikaapelit. Sähköisesti erikoisten nostintilauksien sähkösuunnittelussa Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnassa kaikki nosturin ja nostimen kaapelit vaihdetaan kumikaapeleiksi. Konecranes Finland Oy Hämeenlinnan suunnittelussa Intiassa käytetään kumikaapeleita vain kaapelivaunuilla kulkevissa kaapeleissa. Tämä saattaa aiheuttaa sekaannusta tulevaisuudessa, jos molempien prosessien töitä suunnittelee sama työsuunnittelija.

7.1.5 HM042004 -nostintilaus

Nostintilauksella on kaksi samanlaista nostinta, joilla molemmilla on oma 6-portainen noston raja ennalta määrätyllä toiminnolla. Tilausvahvistuksessa 6-portaisen noston rajan toiminta ilmoitetaan vapaasti kirjoitetulla tekstillä nostimien rivien alla. Tuotanto ei näe tulevaisuudessa vapaamuotoisia tekstejä. Tämän takia toimintaperiaate täytyy välittää tuotantoon. Lisäksi nostimista ja niiden rajoista oli saatavilla mekaniikkakuvat.

7.1.6 HM041736 -nostintilaus

Tilauksen erikoisuutena oli nosturin sillansiirron alueraja. Sen tarkoitus on estää nosturinsillan kulkeminen tietyllä ennalta määrätyllä alueelle. Rajan toimintaperiaate ei tule luultavasti aiheuttamaan ongelmia tulevaisuudessa, koska rajoitettu alue on ilmaistu teknisellä lausekkeella tilausvahvistuksessa. Lisäksi sähkökuviissa on aluerajan kohdalla näytetty rajoitettualue kuvalla.

Tilauksella oli myös erilaisia vapaalla tekstillä kirjoitettuja ohjeita, jotka tulevaisuudessa eivät tule näkymään tuotannossa. Nämä on pystyttävä siirtämään jollain tavalla tuotantoon. Lisäksi ennen työsuunnittelun aloittamista työssä oli laitettu mm. ostoehdotukset sillankaapin sadesuojista ja sillansiirron törmäykseneston komponenteista valmiiksi, jotta tuotantoprosessi nopeutuisi. Tulevaisuudessa, kun työsuunnittelu eriytetään sähkösuunnittelusta, olisi hyvä miettiä kuka ostoehdotukset tekee etukäteen ennen kuin tilaukselle tehdään työsuunnittelu.

Lisäksi nostimen sähkösuunnitelmassa oli erikoinen sähköinen mitoitus, joka erosi valmiiksi tehdyistä mitoitusaulukoista. Tämä tieto olisi hyvä tuoda, jollain tavalla työsuunnittelijalle ja tuotannolle. Työsuunnittelija tulee tarkastamaan sähkökuvia tulevaisuudessa, joten tämä nopeuttaisi tuotantoprosessia. Työsuunnittelijan ei tarvitse pohtia alusta lähtien, mitä sähkösuunnittelija on ajatellut mitoitusta tehdessään.

7.1.7 HM041786 -nostintilaus

Nostintilauksen erikoisuutena oli nosturistandardi NR-10/NR-12. Siinä on otettava huomioon erilaisia asioita normaaliin verrattuna (mm. nostimien taulujen ja sillan sähkökaapin pohjalevyjen maalaus oranssiksi). Nämä tiedot välitetään nykyään sähkökuvien erillisellä välilehdellä. Välilehden tulostaminen saattaa unohtua tuotannossa ja sen

käyttäminen on ongelmallista myös Konecranesin alihankkijoilla. Nämä tiedot on välitettävä tulevaisuudessa eri tavalla.

Tässäkin tilauksessa sähköinen mitoitus oli taulukoista poikkeava. Niitä ei pystytty hyödyntämään. Mitoituksesta olisi hyvä välittää tietoa eteenpäin työsuunnittelijalle ja tuotannolle. Tilaus sisälsi myös mekaniikkakuvan nosturista. Toiminnanohjausjärjestelmään oli laitettu valmiiksi ostoehdotukset mm. taajuusmuuttajista ja pääkytkimen soromisuojusta. Tulevaisuudessa samanlaisissa töissä on pohdittava kuka ostoehdotukset tekee ja missä vaiheessa, jotta tuotantoprosessi etenisi sujuvasti.

8 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmien ratkaisumallit ja lisätietolehtiö

Nostintilauksien työsuunnitteluissa löydettiin asioita, jotka aiheuttavat ongelmia, kun suunnitteluprosessi muuttuu tuotannonohjausjärjestelmän muutoksen takia. Ongelmien ratkaisumallit pyrittiin kehittämään mahdollisimman yksinkertaisiksi, jotta prosessi säilyisi sujuvana.

Tulevaisuudessa tuotanto näkee ainoastaan tuotannonohjausjärjestelmästä tulostettavan työmääräimen. Tällöin tilausvahvistuksessa olevat vapaalla tekstillä kirjoitetut asiat eivät näy tuotannossa asentajille. Tuotantoa ja työsuunnittelua varten työssä suunniteltiin lisätietolehtiö, jolla tarvittavat tiedot voidaan siirtää eteenpäin. Työssä pohdittiin myös mahdollisuutta lisätä sähkösuunnitelmaan ohjeistavaa tekstiä, jotta esimerkiksi moottoroidun nostimen koukun toimintaperiaate selviäsi tuotannolle.

8.1 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin ongelmien ratkaisumallit

Nykyään *ductor*-virransyötöt mitoitetaan sähköisesti erikoisissa nosturitilauksissa sähkösuunnittelussa Etteplan Design Center Oy Hämeenlinnassa. Kun työsuunnittelu siirretään tuotantontiloihin Konecranes Finland Oy Hämeenlinnalle, on mietittävä, mistä saadaan tarvittavat resurssit *ductor*-virransyötön mitoittamiseen. *Ductorit* voitaisiin käsitellä työsuunnittelussa tilauskohtaisesti tuotannonohjausjärjestelmään. Toisaalta *ductor*-virransyöttöjen mitoittukset voitaisiin delegoida työsuunnittelun ulkopuoliselle henkilölle. Tällöin saadaan vähennettyä kuormaa työsuunnittelusta.

Nostimia on mahdollista tilata erilaisilla radio-ohjaimilla. Tiedetyt radio-ohjaimet löytyvät tuotannon varastosta, joten niille ei tarvitse tehdä tuotannonohjausjärjestelmässä erikseen ostoehdotuksia. Osa työssä tutkituista nostintilauksista sisälsi erikoisen radio-ohjaimen. Nykyään niiden ostoehdotukset käsitellään heti tuotannonohjausjärjestelmään. Tällöin prosessi ei viivästy, jos radiolla on pitkä toimitusaika. Tulevaisuudessa on päätettävä, kuka ostettavat radiot käsittelee tuotannonohjausjärjestelmään, ja milloin se tehdään. Lisäksi osaan radio-ohjaimista joudutaan suunnittelemaan sähkökuvat etukäteen ennen sähkösuunnitelman valmistumista. On pohdittava, miten tieto välitetään radioista vastaavalle henkilölle.

Osassa nostintilauksista oli erikoinen sähköinen mitoitus, jossa ei voitu käyttää valmiiksi tehtyjä mitoitusaulukoita. Näissä tapauksissa olisi hyvä, jos tieto välitettäisiin lisätietolehtiössä (liite 1) työsuunnittelijalle ja sähkölaitetuotannon asentajille. Tällöin säästetään aikaa tuotantoprosessissa, koska työsuunnittelija ja asentaja näkevät heti, millä ajatusmallilla sähkösuunnittelija on sähköiset komponentit mitoittanut. Työsuunnittelijan tehtävänä on myös tulevaisuudessa tarkastaa sähkökuvat ennen työsuunnittelemista.

Tilauksien tilausvahvistukset sisälsivät myös vapaalla tekstillä kirjoitettuja lisätietoja ja sähköisten toimintojen toimintaperiaatteita. Tuotanto ei näe tulevaisuudessa kuin tilauksen työmääräimeen, jossa näkyvät vain tilausvahvistuksen tekniset lausekkeet (kuva 9) ja työn komponenttilistat. Olisi tärkeää miettiä, minkälaisia tietoja suunnittelijan täytyisi kirjata itse sähkösuunnitelmaan, ja mitkä välitetään lisätietolehtiön mukana. Jos tietoa lisätään sähkökuviin liikaa, niistä tulee liian sekavat tuotannon ja asiakkaan kannalta.

Tilauksissa sähkösuunnittelija joutuu varmistamaan asioita tilauksenkäsittelijältä ja koordinaattorilta. Näistä olisi hyvä välittää informaatiota myös työsuunnittelijalle ja asentajalle. Tällöin vältetään se, että useat ihmiset varmistavat samoja asioita uudestaan.

Virransyötön työsuunnittelun tekeminen aiheuttaa ongelmia tulevaisuudessa. Nostimen ja nosturin virransyötön kaapeleiden lopulliset pituudet tulevat selville vasta työsuunnitteluvaiheessa. Kaapeleiden pituuksia määritettäessä on otettava huomioon jännitteenalenemat. Jos sallittu jännitteenalenema ylittyy, on vaihdettava paksumpi kaapeli. Tulevaisuudessa sähkösuunnittelija ei näe kaapelien pituuksia, joten työsuunnittelijan on huomioitava jännitteenalenemat ja informoitava niistä sähkösuunnittelijaa. Virransyötön osiin joudutaan tietyissä tilanteissa tekemään muutoksia manuaalisesti.

Tilaukset sisältävät mekaanisia nostin- ja nosturikuvia. Lisäksi tilauksilla on välillä sähkösuunnittelijaa ja tuotantoa varten esimerkiksi kuvanumero nostimen moottoroidusta kourusta. Olisi hyvä, jos sähkösuunnittelija välittäisi kuvanumerot lisätietolehtiöllä eteenpäin. Tällöin muiden prosessissa olevien henkilöiden ei tarvitse kuluttaa aikaa kuvanumeroiden löytämiseen järjestelmästä. [10.]

8.2 Nostimien sähkösuunnitteluprosessin lisätietolehtiö

Nostimien sähkösuunnitteluprosessin lisätietolehtiö esitetään liitteessä 1. Se pyrittiin suunnittelemaan ongelmakohtien avulla mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta sähkösuunnittelijalta ei menisi liikaa aikaa sen täyttämiseen. Tavoitteena oli saada siitä myös tarpeeksi kattava.

Lisätietolehtiön alussa esitetään sähkösuunnittelija, projekti sekä tilaus- ja piirustusnumero sähkösuunnitelmalle. Tämän jälkeen lisätietolehtiössä on kohta, johon on mahdollisuus lisätä nostimen ja nosturin mekaniikkakuvanumerot. Lisätietolehtiöön lisättiin myös mahdollisuus lisätä muut nostintilaukseen liittyvät kuvanumerot.

Lehtiössä on myös kohta johon voi kirjata tietoa työssä käytettävistä kaapeleista ja johdintista. Se suunniteltiin yksinkertaiseksi, jotta täyttäminen olisi mahdollisimman nopeaa. Erikoisempia johdintyyppejä ja niiden merkintöjä varten on kohta, johon suunnittelija voi haluamallaan tavalla kirjoittaa ohjeistuksen. Nostintilauksella kaapeleiden tyypit näkyvät tilausvahvistuksessa teknisillä lausekkeilla (kuva 9). Lisätietolehtiössä on kohta kaapelistandardia varten. Yleensä tilausvahvistuksissa ilmoitetaan teknisellä lausekkeella kaapelistandardi, mutta joihinkin CSA-standardin nostintilauksiin käyvät IEC-standardin kaapelit. Tämä ilmoitetaan yleensä vapaamuotoisella tekstillä, jota tuotanto ei näe tulevaisuudessa työmääräimessä.

Lisätietolehtiössä on myös kohdat sähköiselle mitoitukselle ja tuotannon lisäohjeistukselle. Mitoitus-kohdassa sähkösuunnittelija voi kertoa lyhyesti, minkä perusteella mitoitus on tehty. Lisäohjeistus-kohdassa sähkösuunnittelija voi kirjoittaa ohjeita tuotannolle. Tilausvahvistuksen vapaalla tekstillä kirjoitetut tekstit voidaan siirtää tämän avulla tuotantoon. Lisäksi suunnittelijalla on mahdollisuus ohjeistaa erilaisista nosturistandardeista tähän kohtaan.

9 Yhteenveto

Insinööriyössä etsittiin mahdollisia ongelmakohtia, joita syntyy, kun sähkö- ja työsuunnittelu eriytetään. Ongelmakohtia yritettiin löytää tutkimalla ja tekemällä Konecranes Finland Oy Hämeenlinnan nostintilauksien työsuunnitteluita. Tutkintomateriaaliksi pyrittiin löytämään mahdollisimman erilaisia nostintilauksia, jotka senhetkisessä tilauskannassa oli. Työssä keskityttiin nostimien sähkösuunnitteluprosessissa työn kannalta keskeisimpään aihealueeseen eli sähkö- ja työsuunnitteluun. Työn tarkoituksena ei ollut paneutua itse järjestelmään vaan pohtia mahdollisia ongelmakohtia yleisesti.

Työhön valikoiduista nostintilauksista löydettiin ongelmakohtia, jotka saattavat aiheuttaa ongelmia tuotannonohjausjärjestelmän ja nostinten sähkösuunnitteluprosessin muuttuessa. Erikoiset sähköiset mitoitusasetukset aiheuttavat luultavasti ongelmia työsuunnitteluun, jonka prosessi hieman muuttuu tulevaisuudessa. Tällöin työsuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös sähkökuvien tarkastaminen. Lisäksi erikoiset radio-ohjaimet ja nostimien *ductor*-virransyötöt aiheuttavat ongelmia tuotantoprosessin muuttuessa. Sähkölaitetuotannosta on löydettävä resurssit näiden tekemiseen. Tulevaisuudessa sähkölaite-tuotanto ei näe tilausvahvistuksia, joten erilaiset vapaalla tekstillä kirjoitetut täydennykset ja ohjeet eivät näy tuotannossa. Ne aiheuttavat ongelmia, jos niitä ei pystytä siirtämään tuotantoon.

Ongelmakohtien perusteella insinööriyössä suunniteltiin lisätietolehtiö (liite 1) nostimien sähkösuunnitteluprosessiin. Sen tavoitteena oli ratkaista osa prosessin ongelmista. Sen avulla esimerkiksi tilausvahvistuksissa esiintyvät vapaalla tekstillä kirjoitetut asiat pystytään siirtämään tuotantoon. Lisäksi suunnittelijan on mahdollista kirjoittaa ohjeita sähkölaitetuotantoa varten. Esimerkiksi NR-10/NR-12-nosturistandardin ohjeistus tuotantoa varten voidaan ilmoittaa lisätietolehtiössä.

Työ oli sopivan vaativa, ja se onnistui melko hyvin. Siinä pystyttiin hyödyntämään aikaisempaa työkokemusta nostimien sähkö- ja työsuunnittelusta. Mahdollisia ongelmakohtia löydettiin nostintilauksista, mutta hyvin todennäköisesti paljon jäi vielä selvittämättä, koska nostimissa on paljon erilaisia toimintoja, joita työssä ei käsitelty. Esimerkiksi automaationostimet jäivät käsittelemättä. Ne tulevat varmasti lisäämään ongelmia työsuunnitteluun. Lisäksi työsuunnittelijan ammattitaito aiheuttaa ongelmia.

Työtä voidaan hyödyntää ongelmien ratkaisun apukeinona nostinten sähkösuunnittelu-prosessissa, kun prosessi muuttuu tulevaisuudessa. Kun tutkimusta jatketaan sähkölaitetuotannossa, työstä on mahdollista saada vinkkejä prosessissa aiheutuvista ongelmista. Lisäksi työssä suunniteltua lisätietolehtiötä voidaan käyttää mallipohjana, kun varsinaista lisätietolehtiötä suunnitellaan.

Lähteet

- 1 Strateginen suunnittelu pähkinäkuoressa. Verkkodokumentti.
<<http://www.mattivuori.net/kehittaminen/visiointi/index1.htm>>. Luettu 25.1.2014
- 2 Tuotannonohjausjärjestelmä-iLM. Kuvankaappaus. Konecranes Finland Oy Hämeenlinna.
- 3 Visio, kasvutavoite, strategia ja arvot. Verkkodokumentti.
<http://www.etteplan.com/about-etteplan/vision-strategy-and-values.aspx?sc_lang=fi-FI>. Luettu 25.1.2014
- 4 Vuosikertomus 2012. Pdf-dokumentti. Etteplan Oyj:n sisäinen verkko.
- 5 Vuosikertomus 2012. Pdf-dokumentti. Sisäinen verkko Konecranes.
- 6 Konecranes. KHF Product platform. PowerPoint -esitys. Konecranesin sisäinen verkko.
- 7 Konecranes. Sähkökoulutus tuotannolle HH1. Pdf-dokumentti. Sisäinen verkko Konecranes.
- 8 Tilauksen käsittelijä. 2013. Konecranes Finland Oy Hämeenlinna, Hämeenlinna, sähköpostikeskustelu 20.12.2013.
- 9 Nostintilauksen HM041786 tilausvahvistus. Pdf-dokumentti. Tuotannonohjausjärjestelmä-iLM Konecranes.
- 10 Outinen, Elina. 2013. Team Leader, Etteplan Design Center Oy, Hämeenlinna, sähköpostikeskustelu 25.9.2013.

Lisätietolehtiö

PROJEKTI:

TILAUSNUMERO:

PIIRUSTUSNUMERO:

SÄHKÖSUUNNITTELIJA:

SÄHKÖPOSTI:

PUHELINNUMERO:

NOSTINKUVANUMERO:

NOSTURIKUVANUMERO:

MUUT TILAUKSEEN LIITTYVÄT KUVANUMEROT:

1. KAAPELIT JA JOHTIMET:

JOHDIN TYYPPI

Multinorm

☐

Halogeeni vapaa

☐

Muu, mikä?

☐

JOHTIMIEN MERKINTÄ

Pliotex(STD)

☐

Muu, mikä?

☐

KAAPELIT

IEC

☐

CSA

☐

2. MITOITUS

Mitoitustaulukko

☐

Muu, mikä?

☐

3. LISÄOHJEISTUS

